
Modélisation statistique de la dynamique temporelle de l'action enseignante

Audrey Murillo

*Centre de Recherche en Education, Formation, Insertion de Toulouse
Sciences de l'Education
Groupe Pratiques Enseignantes (GPE-CREFI-T)
Université Toulouse 2 – Le Mirail
5, allées Antonio Machado
31058 TOULOUSE Cedex 9
audrey.murillo@univ-tlse2.fr*

RÉSUMÉ. Nous présentons l'utilisation d'outils statistiques (l'entropie conditionnelle et le test d'ordre de la séquence) pour construire une modélisation de la dynamique temporelle de l'action enseignante. Lors de séances de lecture au Cours Préparatoire, nous montrons des invariances dans la succession des micro-tâches proposées aux élèves. Ces régularités portent sur le but de la micro-tâche et sur le potentiel de l'élève interrogé par rapport à la tâche de lecture de texte : les caractéristiques d'une micro-tâche à l'instant T sont liées aux caractéristiques de la micro-tâche à l'instant $T-1$. Les organisations mises au jour, différentes en fonction de l'enseignant, sont le signe d'invariants opératoires, constituant des schèmes.

MOTS-CLÉS : action enseignante – dynamique temporelle – entropie conditionnelle – distance à la performance attendue – lecture – cours préparatoire

1. Cadre théorique

L'étude présentée ici s'inscrit dans le cadre des travaux menés au GPE-CREFI¹ en ce qu'elle s'attache à **décrire** et **expliquer** les variabilités des pratiques enseignantes :

- les **décrire** consiste à mettre au jour des **variations et invariances** dans les choix des enseignants (choix conscients ou non), montrant ainsi des variabilités intra et interindividuelles. Nous prenons pour hypothèse que les modes de variation observés peuvent permettre de caractériser les pratiques, autant que les choix les plus régulièrement mis en œuvre (Bru, 2004).

- les **expliquer** conduit à adopter un point de vue théorisé afin de rendre compte des différentes formes que peuvent prendre les pratiques.

Pour notre part, nous nous intéressons à l'action enseignante au travers du prisme de l'**ergonomie cognitive**. L'ergonomie s'attache à étudier l'activité des sujets en situation professionnelle, et notamment les **savoir-faire** qu'ils construisent par adaptation aux contraintes des situations. Ces savoir-faire sont des schèmes pour Vergnaud (1990) ou des compétences incorporées pour Leplat (1997). C'est en s'adaptant à des situations complexes, par économie cognitive, que les enseignants les ont construits. Ils sont difficilement verbalisables et indissociables de l'action et des situations dans lesquelles ils sont opératifs.

De précédents travaux (Maurice, 1996) ont montré que les savoirs professionnels pouvaient être liés à la **tâche** prescrite aux élèves. La tâche, « *but donné dans des conditions déterminées* » (Leplat & Hoc, 1983), a non seulement un pouvoir didactique, destiné à favoriser les apprentissages, mais également un pouvoir relatif à la gestion de la classe, destiné par exemple à mobiliser les élèves, les rassurer ou les inquiéter. Il est donc nécessaire pour les enseignants de construire des schèmes centrés sur la mise en œuvre des tâches qu'ils proposent à leurs élèves. Maurice montre que les enseignants savent notamment anticiper le taux de réussite que provoquera dans leur classe une tâche habituelle, ce qui leur permet de choisir des tâches ni trop faciles ni trop difficiles, acceptables par le collectif. Les tâches seraient donc pour les enseignants des instruments (Rabardel, 1995), c'est-à-dire des artefacts associés à des schèmes d'utilisation. Les tâches peuvent ainsi être considérées comme des « *instruments de pilotage de la classe* » (Maurice, 1996).

L'un des avantages de l'utilisation du concept de schème est qu'il permet de rendre compte à la fois des variations et invariances des pratiques enseignantes. Un schème organise l'action par des invariances et des variations qui s'adaptent aux changements de contextes.

¹ Groupe Pratiques Enseignantes - Centre de Recherche en Education, Formation, Insertion

2. Des modélisations pour rendre compte des régularités et variations des pratiques enseignantes

Prenant pour hypothèse théorique que les enseignants sont conduits à élaborer des savoir-faire qui s'actualisent et se développent dans leur pratique, mais dont ils peuvent difficilement rendre compte par des verbalisations, une question se pose à nous : **comment déceler ces savoir-faire** chez les enseignants ?

Tout d'abord, certains schèmes étant difficilement explicitables par ceux qui les ont développés, il nous semble indispensable de privilégier l'**observation in situ** de séances de classe. De plus, il nous paraît essentiel d'élaborer un modèle de l'action de l'enseignant, c'est-à-dire « *une représentation logico-mathématique d'un ensemble de phénomènes dans des conditions soigneusement définies* » (Tiberghien, 1991). Il s'agit d'adopter un formalisme qui permet de tester des hypothèses théoriques, comme l'existence de grammaires de l'action.

De précédents travaux ont ainsi développé des modélisations mettant au jour des schèmes professionnels ou des régularités dans les interactions enseignant-élèves :

- Nous avons vu précédemment que les enseignants savaient anticiper le taux de réussite que provoquera dans leur classe une tâche habituelle. Un **modèle stochastique** (théorème de Bayes) montre que, pour une tâche inhabituelle, si les anticipations sont erronées, les enseignants savent les corriger en cours d'action en faisant des inférences à partir d'informations prises sur le travail d'un seul élève (Maurice, 1996) ; ainsi, les enseignants peuvent apporter des aides qui permettent à un plus grand nombre d'élèves d'accomplir une tâche trop difficile.

- Le modèle de l'« **invariance temporelle relative** » montre que lors de séances de résolutions de problèmes, les enseignants conservent un rapport constant entre la durée de la phase laissée aux élèves pour rechercher la solution et la durée totale de la séance (composée de l'énoncé, la recherche et la correction). Cette invariance temporelle structure les séances, elle va dans le sens d'une « *expérience du temps* » et d'une « *gestion implicite de certaines durées* » (Maurice & Allègre, 2002).

- Une autre étude (Allègre & Dessus, 2004) utilise la formalisation vectorielle de l'**analyse de la sémantique latente** (LSA) pour mettre au jour des régularités lors de séances de mathématiques. La méthode de LSA permet d'obtenir un « *réseau de proximité des événements* » et de dégager des ensembles d'événements co-occurents (par exemple : 'l'enseignant distribue un document' et 'un élève pose une question'). La modélisation montre que les ensembles d'événements sont en relation avec les phases de la séance (énoncé, recherche et correction).

Dans ces trois exemples, des modèles permettent de rendre compte d'invariances dans les situations d'enseignement-apprentissage et les interactions enseignant-élèves. Tiberghien (1991) note qu'un modèle formel « *a l'avantage d'être spécifique (à l'égard de la situation), explicite (quant à ses postulats et axiomes), condensateur (par rapport à la complexité des données) et enfin, facilement modifiable (par la modification de ses postulats)* ». Un modèle nous permet également d'apporter des éléments testables et réfutables pour infirmer ou non nos hypothèses théoriques.

3. Vers une modélisation de la dynamique temporelle des pratiques

Nous cherchons dans notre étude à utiliser un modèle dont le formalisme pourrait rendre compte de régularités dans la **dynamique temporelle** des interactions enseignant-élèves. Il s'agit, comme avec la méthode LSA, de repérer des ensembles d'événements co-occurents ; toutefois, nous nous intéressons à l'ordre d'apparition de ces événements (ce dont la méthode LSA ne peut rendre compte). Nous n'attendons pas un résultat de type « *Les événements A, B et C se produisent souvent dans le même contexte* », mais plutôt de type « *L'événement A se produit souvent successivement aux événements B et C* ».

Le modèle choisi doit nous permettre de voir **dans quelle mesure les interactions enseignant-élèves sont organisées**, dans le sens où un événement à un moment donné est en relation avec les événements précédents. Il s'agit de tenir compte de la « *contextualisation temporelle de la pratique* » (Bru, 2002), en faisant l'hypothèse qu'un événement en préfigure certains, et en rend d'autres inenvisageables, opérant ainsi une « *réduction de la variabilité potentielle* » (Idem).

L'exemple « *L'événement A se produit souvent successivement aux événements B et C* » peut se traduire par la proposition suivante : le pattern « BCA » a une probabilité d'occurrence plus forte que « BCC » ou « BCB ». Le pattern montre une variation (les trois événements A, B et C sont différents) ; sa forte probabilité d'occurrence montre une invariance. Il s'agit donc de mettre au jour des invariances de variations, en gardant à l'esprit, à l'instar de Bru (2004), qu'elles peuvent permettre de décrire les pratiques autant que les événements qui se produisent le plus souvent.

Notre première hypothèse est que les situations rencontrées par les enseignants les ont conduits à construire des schèmes qui organisent leur pratique : leurs marges de manœuvre sont réduites par les contraintes des situations, mais leurs choix et les contingences des situations impliquent des événements imprévisibles qu'un modèle déterministe ne pourrait rendre compte. Une organisation de l'action pourrait être mise à jour, rendant compte de séances non chaotiques mais également non strictement déterminables.

Notre seconde hypothèse est que plusieurs enseignants peuvent ne pas mettre en œuvre les mêmes stratégies pour s'adapter aux situations rencontrées : les schèmes construits par plusieurs enseignants pourraient être différents.

Nos hypothèses nous conduisent à choisir un modèle répondant à plusieurs exigences :

- prendre en compte la succession des événements afin de restituer la dynamique de l'action ;
- montrer différentes grammaires de l'action pour différents sujets (ou pour un même sujet dans différentes situations) ;
- mettre au jour des invariances de variations (régularités dans les patterns) ;

– rendre compte de probabilités d'occurrences plus ou moins importantes, afin de ne pas se cantonner à une vision duale de la pratique qui serait soit aléatoire soit préalablement déterminée.

4. Une modélisation basée sur l'entropie conditionnelle

4.1. Présentation de la mesure d'entropie conditionnelle

Face à ces besoins, notre choix se porte sur un **modèle utilisant les probabilités séquentielles**. Ce modèle doit pouvoir accepter des variables non numériques qui caractérisent les événements étudiés lors de situations d'enseignement-apprentissage : la mesure d'**entropie conditionnelle** répond à ces critères.

Le concept et la mesure d'entropie, utilisés en thermodynamique, ont donné lieu à celui d'entropie conditionnelle, mesurée avec des probabilités et des logarithmes. L'entropie conditionnelle a notamment été utilisée en théorie de l'information puis en statistique textuelle pour décrire la langue écrite (Shannon, 1951 ; Xanthos, 2000) : une lettre prise au hasard dans un texte ouvre et ferme des possibilités quand à la lettre suivante. Par exemple, en langue française, après la lettre 'b', la lettre 'a' a une forte probabilité d'occurrence, contrairement à la lettre 'm'. Si, en connaissant une lettre prise au hasard dans un texte, la lettre suivante est prévisible, l'entropie conditionnelle est minimale : la séquence est parfaitement structurée. A l'inverse, si toutes les lettres de l'alphabet ont autant de chances d'apparaître après cette lettre, l'entropie conditionnelle est maximale : la séquence est imprévisible.

Il est également possible de mesurer l'**entropie conditionnelle d'ordre n** si on prend au hasard une succession de n lettres et qu'on cherche à connaître la suivante. La connaissance de plusieurs lettres plutôt qu'une seule nous apporte souvent plus d'informations sur la lettre suivante : après la succession de lettres 'meub' ou 'le meub', il sera plus facile de parier sur la lettre 'l' qu'après la connaissance de la seule lettre 'b'. Comme le note Xanthos (2000), on comprend aisément qu'il existe un seuil au-delà duquel davantage de lettres connues ne nous apportent pas plus d'informations sur la lettre suivante. Si ce seuil existe pour une séquence donnée, un test d'ordre de la séquence nous permet de dire que cette séquence est « d'ordre n ». Pour une séquence d'ordre 1, connaître l'événement au temps T-1 nous aide à anticiper l'événement T, mais connaître l'événement T-2 ne nous apporterait significativement pas plus d'information.

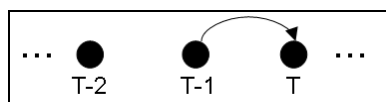


Figure 1 Séquence d'ordre 1

La séquence suivante est d'ordre 2 : les deux événements précédant T ont une influence sur T.

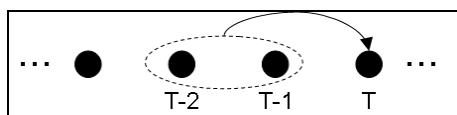


Figure 2 Séquence d'ordre 2

Dans le domaine qui nous intéresse, le test d'ordre de la séquence peut nous servir à construire un modèle descriptif qui nous renseigne sur la dynamique temporelle des pratiques enseignantes.

4.2. Présentation de l'étude princeps

Nous avons éprouvé notre modèle en analysant les données d'une étude précédente (Maurice & Murillo, 2007). L'étude porte sur des séances de lecture (découverte collective de textes) au Cours Préparatoire. Deux enseignants ont été suivis pendant deux années scolaires : chaque année, trois séances de lecture ont été filmées.

Le protocole² permet de mesurer les potentialités des élèves pour oraliser les textes choisis par les enseignants ; nous obtenons ainsi pour chaque élève des scores de « **Distance à la Performance Attendue** » (DPA), écarts entre ce qu'il sait faire et ce qu'il faudrait savoir faire pour accomplir la tâche proposée par l'enseignant. La DPA est une mesure contextualisée, qui varie en cours d'année en fonction du niveau des élèves et des choix que font les enseignants lorsqu'ils proposent des tâches. Elle est mesurée pour différentes dimensions de l'oralisation des textes :

- la lecture par voie indirecte, c'est-à-dire par application des règles de correspondance entre graphies et phonies. La lecture de syllabes, de sons isolés, ainsi que la conscience phonologique³ sont évaluées.
- la lecture par voie directe, c'est-à-dire la reconnaissance des mots par appariement direct du mot écrit et de sa représentation visuelle en mémoire ;
- la lecture par voie mixte : l'élève peut utiliser la voie directe ou indirecte.

Par ailleurs, la seconde année de l'expérience, le niveau des élèves est évalué en début et en fin d'année scolaire au moyen de tests standardisés portant sur l'oralisation par voie indirecte et la compréhension.

² Après chaque séance, les savoirs en jeu, nécessaires pour effectuer la tâche donnée par l'enseignant aux élèves, sont analysés. En fonction de cette analyse, un test est construit et proposé aux élèves, un à deux jours après la séance. Il montre que certains élèves, bien qu'ayant su effectuer la tâche grâce à des aides lors de la séance, ne sont pas performants deux jours plus tard.

³ Pour mesurer la conscience phonologique, l'élève doit découper oralement un mot en ses phonèmes constitutifs.

4.3. *Modélisation des situations d'enseignement-apprentissage*

Comme nous l'avons indiqué ci-avant, nous cherchons à rendre compte de la dynamique temporelle des pratiques enseignantes, sans considérer ces dernières comme indépendantes de l'activité des élèves, mais en interaction avec celle-ci.

La « succession d'événements » que nous souhaitons modéliser consiste en la succession de micro-tâches qui ont lieu durant une séance de découverte de texte ; nous entendons par micro-tâche toute tâche dont la résolution participe à l'accomplissement de la tâche globale « lire le texte », ou qui concourt à élargir le but de cette tâche globale. Le plus souvent, ces micro-tâches sont initiées par des questions et participent à la fonction d'étayage : elles réduisent les degrés de liberté pour effectuer la tâche globale (Bruner, 1983), conduisant ainsi les élèves vers la solution (oralisation et/ou compréhension du texte).

Des questions de l'enseignant telles « reconnais-tu ce mot ? » ou « 'c' et 'a' ça fait ? » sont des indicateurs de micro-tâches. Ces dernières sont, par différentes dimensions, des images des choix de l'enseignant.

Pour une même micro-tâche, l'enseignant peut notamment choisir :

- d'insister sur l'oralisation du texte ou sa compréhension (« quel est ce mot ? » ou « que veut dire ce mot ? ») ;
- d'interroger un élève performant ou non ;
- de provoquer une réponse correcte ou fausse, etc.

Nous faisons l'hypothèse que certaines de ces dimensions sont plus organisatrices que d'autres, dans le sens où la modalité prise à un instant T influencerait sur la modalité prise à un temps T+1 (contextualisation temporelle).

Par exemple :

- la succession d'élèves que l'enseignant interroge pour accomplir les micro-tâches n'est peut-être pas aléatoire, mais il choisit d'alterner les réponses d'élèves performants et d'élèves non performants face à la tâche étudiée ;
- ou : l'ordre des élèves interrogés importe peu, ce qui importe est le fait qu'ils réalisent correctement ou non la micro-tâche proposée ; par exemple, une trop longue succession de réponses fausses ne serait pas acceptable par la classe ;
- ou encore : il pourrait exister une grammaire de l'action basée sur les buts recherchés par les enseignants lorsqu'ils prescrivent une micro-tâche ; les enseignants peuvent privilégier des phases d'oralisation et des phases de compréhension, ou, à l'inverse, alterner à de nombreuses reprises ces types de micro-tâches...

Il s'agit pour nous de repérer si certaines dimensions sont, plus que d'autres, temporellement structurées (et structurantes) pour ce qui concerne la succession de micro-tâches.

Parmi ces dimensions, nous avons choisi d'éprouver :

- le niveau de l'élève interrogé en début d'année scolaire : niveau en oralisation de textes et en compréhension ;
- les Distances à la Performance Attendue⁴ de l'élève face à la tâche globale observée : DPA concernant la reconnaissance rapide de mots, la lecture de mots en contexte, la conscience phonologique, la lecture de syllabes, de sons isolés ;
- le but de la micro-tâche (oralisation ou compréhension) ;
- la réponse de l'élève (correcte ou non).

Ces variables, caractéristiques de chaque micro-tâche, nous renseignent sur les choix de l'enseignant en action. Nous pourrions trouver des régularités intra-enseignants (sur deux années scolaires), et inter-enseignants (sur l'ensemble des séances observées).

5. Résultats et discussion

Nous étudions pour chaque enseignant le corpus constitué de l'ensemble des séances observées ; nous analysons des successions de micro-tâches en fonction des variables listées ci-avant, et constatons des régularités selon l'enseignant observé :

– **pour l'ensemble des séances menées par l'enseignant 1**, l'indicateur qui permet le mieux de décrire la dynamique temporelle est le potentiel des élèves en lecture de syllabes (« **DPA syllabes** »). En se basant sur cet indicateur, la séquence de micro-tâches constituée par l'ensemble des séances de lecture est d'ordre 1 ($p < .05$). La connaissance de la micro-tâche T-1 permet de réduire l'incertitude sur la micro-tâche T : après un élève dont le potentiel en lecture de syllabes est faible, un élève au fort potentiel a plus de chances d'être interrogé que si la succession était aléatoire, et réciproquement.

– **pour l'ensemble des séances menées par l'enseignant 2**, la « **DPA voie directe** » montre également que l'ensemble des séances est d'ordre 1 ($p < .05$) quant à cette dimension. Ici aussi, on note une alternance entre l'interrogation des élèves à forte DPA (en gris clair dans la figure 3 ci-après) et ceux à faible DPA (en gris foncé)⁵.

⁴ Ces scores sont dichotomisés en prenant la médiane pour valeur-seuil.

⁵ Avant d'analyser les corpus de séances correspondant à chaque enseignant, nous avons analysé chaque séance séparément. En fonction de l'enseignant, chaque séance est organisée par la « DPA syllabes » ou la « DPA voie directe » (ordre de la séquence : 1 à 4). D'autres dimensions s'avèrent parfois organisatrices (la « DPA sons », par exemple, car cette mesure est proche de la « DPA syllabes »). Toutefois, le potentiel des élèves en lecture de syllabes est le seul indicateur significativement organisateur à chaque séquence menée par l'enseignant 1, et le potentiel des élèves en voie directe à chaque séance menée par l'enseignant 2.



Figure 3 Schématisation de la succession de micro-tâches en fonction du potentiel des élèves interrogés

Une autre dimension s'avère structurer fortement les séquences de lecture. Le **but de la micro-tâche** à un instant T influe sur le but de la micro-tâche à l'instant T+1 (pour l'ensemble des séances regroupées : ordre 1, $p < .001$; pour chaque séance analysée séparément : ordre 1, $p < .01$ à l'exception d'une séance). Après une micro-tâche ayant pour but la compréhension, il y a presque 9 chances sur 10 pour que la micro-tâche suivante porte aussi sur de la compréhension. Egalement, les micro-tâches ayant pour but d'oraliser une partie du texte se succèdent. Ceci montre qu'il existe peu d'alternance entre les micro-tâches de compréhension et celles d'oralisation, mais que cette dimension structure les séances en grandes phases. En effet, on remarque souvent des phases de compréhension en début de séance (généralement afin d'anticiper le sens du texte) et en fin de séance (après avoir oralisé le texte), ou après chaque paragraphe lu.

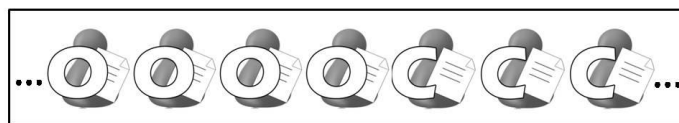


Figure 4 Schématisation de la succession de micro-tâches en fonction de leur but : oralisation (O) ou compréhension (C)

En analysant « l'ordre des séquences » pour différentes dimensions des micro-tâches, il est ainsi possible de mettre en lumière de grandes phases de compréhension et d'oralisation, qui incluent des alternances en fonction du niveau de l'élève interrogé. Ce niveau est contextualisé (il s'agit d'une Distance à la Performance Attendue, donc d'un niveau par rapport à la tâche globale, et non pas du niveau initial de l'élève en lecture) : ceci conduit à penser que pour donner la parole à certains élèves plutôt qu'à d'autres, les enseignants se basent sur le potentiel de l'élève par rapport à la tâche à effectuer, et non sur un niveau global immuable qui serait identique pour chaque élève toute l'année.

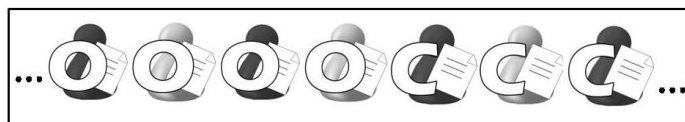


Figure 5 Schématisation de la succession de micro-tâches

Les actions d'un des deux enseignants montrent qu'il prendrait en compte les potentiels des élèves dans la lecture de syllabes, l'autre enseignant dans la lecture rapide par voie directe. Il pourrait s'agir d'invariants opératoires, éléments

constitutifs des schèmes, différents en fonction de l'enseignant (ou du contexte dans lequel il fait classe : chaque enseignant, lors des deux années de l'expérimentation, enseignait respectivement dans la même école).

Nos résultats montrent que connaître certaines caractéristiques d'une micro-tâche (son but et le potentiel de l'élève interrogé) à l'instant T-1 nous permet d'anticiper les caractéristiques de la micro-tâche à l'instant T. Les séquences étant « d'ordre 1 », connaître aussi la micro-tâche à l'instant T-2 ne nous apporterait significativement pas plus d'information pour anticiper la micro-tâche à l'instant T. Ainsi, pour les dimensions étudiées, l'enseignant se baserait principalement sur les caractéristiques de la micro-tâche en cours pour décider (sûrement de façon non consciente) des caractéristiques de la suivante. Il s'opère ainsi une réduction de la variabilité potentielle, montrant une dynamique temporelle des pratiques.

Notre modélisation a permis de révéler des régularités, signes de schèmes, dont seule la statistique basée sur des séries temporelles peut rendre compte. Elle soulève maintenant de nouvelles questions, et nous encourage à analyser notre corpus au moyen d'autres indicateurs : les enseignants alternent les micro-tâches destinées à des élèves à fort potentiel avec celles destinées à des élèves à faible potentiel, or ces micro-tâches ne demandent certainement pas le même degré d'activité cognitive de la part des élèves. Les enseignants pourraient ainsi choisir d'alterner les niveaux de difficulté des micro-tâches afin d'impliquer sans relâche des élèves de différents statuts. Ceci pourrait être un moyen d'affronter l'hétérogénéité de la classe malgré une tâche de départ qui n'est pas adaptée au niveau de chacun. Trop de questions successives destinées à des élèves de même statut démobiliseraient peut-être une partie de la classe. Ainsi, la dynamique dont notre modélisation rend compte pourrait refléter l'existence de schèmes mis en œuvre par les enseignants pour piloter leur classe.

Enfin, nous pensons que les outils statistiques présentés ici peuvent permettre de révéler d'autres dynamiques temporelles lors de situations d'enseignement-apprentissage, en se basant sur une échelle plus microscopique (il pourrait s'agir de caractériser la succession d'actions d'un élève lors de l'accomplissement d'une tâche) ou plus macroscopique (en se demandant par exemple comment se succèdent les différentes séances).

Bibliographie

- Bru, M. (2002). Pratiques enseignantes: des recherches à conforter et à développer. *Revue française de pédagogie*, 138, 63-73.
- Bru, M. (2004). Les pratiques enseignantes comme objet de recherche. In J.-F. Marcel (Ed.), *Les pratiques enseignantes hors de la classe*. Paris : L'Harmattan, 184-197.
- Bruner, J. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : P.U.F.
- Dessus, P., Allègre, E. (2004). Analyse statistique des régularités des événements scolaires. *Cinquième Congrès de l'AECSE*. Paris : CNAM.
- Leplat, J., Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 3-1, 49-63.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail*. Paris : PUF.
- Maurice, J.-J. (1996). Une connaissance de l'élève dépendante des contraintes de l'action. *Revue Française de Pédagogie*, 114, 85-96.
- Maurice, J.-J., Allègre, E. (2002). Invariance temporelle des pratiques enseignantes : le temps donné aux élèves pour chercher. *Revue Française de Pédagogie*, 138, 115-124.
- Maurice, J.-J., Murillo, A. (2007). La Distance à la Performance Attendue, un indicateur prévisionnel de l'efficacité différenciée des enseignants - En lecture, au Cours Préparatoire. In Actes du colloque : *Les effets des pratiques enseignantes sur les apprentissages des élèves*.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Shannon, C. (1951). Prediction and Entropy of Printed English. *Bell System Technical Journal*, 3, 50-64.
- Tiberghien, G. (1991). Modèles de l'activité cognitive. In : C. Bastien, J.-P. Caverni, C. Bastien, P. Mendelsohn, *Psychologie cognitive : modèles et méthodes*. Grenoble : PUG, 13-26.
- Vergnaud, G. (1990) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23, 133-170.
- Xanthos, A. (2000). Entropizer 1.1 : un outil informatique pour l'analyse séquentielle. In *JADT 2000* [en ligne].
<http://www.cavi.univ-paris3.fr/lexicometrica/jadt/jadt2000/tocJADT2000.htm> (11 juin 2007)